農業氣象、空氣污染與酸雨對農業生產影響及因應措施
研討會論文專輯　297-311, 1996

北部沿海地區季節風對水稻產量及品質之影響

林孟輝　張學琨
臺灣省桃園區農業改良場

內　容

摘要……298
英文摘要……299
前言……300
材料與方法……300
結果與討論……301
誌謝……310
引用文獻……310

北部沿海地區季節風對水稻產量及品質之影響

林孟輝　張學琨
臺灣省桃園區農業改良場

摘　要

本試驗主要探討東北季風對早熟稻台稉1號、高雄142號及中晚熟稻新竹64號、台中189號之生育及產量之影響，及其稻米理化特性及碾米品質的變化。於1990年及1991年第二期作在桃園縣觀音鄉距海岸三公里處之坑尾村、六公里處之廣福村及九公里處之富源村進行試驗。結果顯示在1990年第二期作東北季風較弱(9～11月平均風速爲2.14 m s^{-1})及氣溫較高(三個月平均26.3℃)的氣候條件下，早熟稻高雄142號之分蘗數、千粒重及稔實率最高，其產量也最高(平均7330 kg ha^{-1})，次爲抗風之新竹64號(6296 kg ha^{-1})、台稉1號(6213 kg ha^{-1})，而台中189號最低(5954 kg ha^{-1})。在米質方面，各品種之米粒直鏈澱粉含量及粗蛋白質含量與距海之遠近成正比，而膠體展延性則相反。以品種而言，直鏈澱粉含量以中晚熟的台中189號最高，粗蛋白質含量則以早熟的台稉1號最高，兩者皆與其他品種呈顯著性差異。在1991年第二期作東北季風較强(9～11月平均風速爲3.57 m s^{-1})及氣溫較低(三個月平均23.6℃)的氣候條件下，本年期因風速較强，產量比上年期爲差，以早熟種台稉1號最高(平均6576 kg ha^{-1})，次爲高雄142號(6127 kg ha^{-1})，抗風之新竹64號(5273 kg ha^{-1})又次之，台中189號(3980 kg ha^{-1})最低。可見東北季節風越强，對中晚熟種影響越大，尤其是不抗風的品種，但早熟種因能躲開風害，受影響較輕微。而水稻在生育期間受風害影響，以稔實率最大，次爲千粒重。離海距離對產量並無顯著的相關。在米質方面，早熟稻之完整米率比中晚熟稻低，台稉1號及台中189號之直鏈澱粉含量與粗蛋白質含量在試區間無顯著差異，但膠體軟硬度卻呈顯著性差異，而高雄142號及新竹64號之直鏈澱粉含量與粗蛋白質含量則因試區之不同而有顯著差異，但膠體軟硬度卻無顯著性差異。總之，完整米率、直鏈澱粉含量及粗蛋白質含量皆以兩中晚熟品種較高，且呈顯著性差異。比較兩年期作時，氣候條件較差之1991年其四種稉稻的完整米率均較低，直鏈澱粉含量及粗蛋白質含量分別比1990年多出2.10-2.72%及0.49-1.50%，而且入口品質(膠體軟硬度)爲粘性低且較硬，可見季節風對米質有負面的影響，尤以中晚熟品種爲甚。

關鍵詞：季節風，稉稻，成熟期、品質。

Influence of North-east Monsoon on the Yield and Quality of Rice in Northern Coastal Area

Meng-Huei Lin and Shueh-Kun Chang (Taoyuan District Agricultural Improvement Station)

ABSTRACT: This study was aimed to determine the influence of north-east monsoon on the growth, yield, the physico-chemical properties and milling quality of japonica rice (*Oryza sativa* L.). Four japonica rice varieties, including early maturing varieties Taikeng 1 and Kaohsiung 142 and mid-to-late maturing varieties Hsinchu 64 and Taichung 189 were tested at 3, 6 and 9 km far from the west coast of Kuanyin, Taoyuan Hsien in the second crops of 1990 and 1991. The results showed that in the 2nd crop of 1990, under the moderate north-east monsoon (September-to -November monthly mean wind speed at 2.14 m s^{-1}) and high air temperature (monthly mean temperature at 26.3℃), the early maturing variety Kaohsiung 142 had the highest panicles per hill, 1000-grain weight, fertility and yield(7330 kg ha^{-1}), followed by Hsinchu 64(6296 kg ha^{-1}), Taikeng 1(6213 kg ha^{-1}) and Taichung 189 (5954 kg ha^{-1}). In quality properties, the percentage of amylose and crude protein contents were positively proportional to the distance away from sea coast. However, the gel consistency was to the contrary. In comparison among the varieties, late maturing Taichung 189 had the highest percentage of amylose content and early maturing Taikeng 1 had the highest percentage of crude protein. In the 2nd crop of 1991, under strong north-east monsoon(September-to-November, monthly mean wind speed at 3.57 m s^{-1}) and low monthly mean air temperature (23.6℃). The two mid-to-late maturing varieties during the heading stage were subjected to strong wind and low temperature injuries, thus decreased in fertility, 1000-grain weight and grain yields of Taichung 189 for 33.2% and of Hsinchu 64 for 16.2% compared to that of 1990. The early maturing Taikeng 1 gave the highest yield of 6576 kg ha^{-1}, followed by another early maturing Kaohsiung 142(6127 kg ha^{-1}), then Hsinchu 64 (5273 kg ha^{-1}) which is late maturing but resistant to strong wind and Taichung 189 (3980 kg ha^{-1}) which was weak stand to wind the lowest. In quality properties, two early maturing varieties had lower head-rice rate than the mid-to-late maturing varieties. The percentages of amylose and crude protein content of all varieties were different in different tested areas. The gel consistency was significantly different in Taikeng 1 and Taichung 189 but not in Kaohsiung 142 and Hsinchu 64. Generally two late maturing varieties were higher in the head-rice rate and the percentages of amylose and crude protein. Therefore, the strong wind and the low temperature prevailing during the second crop were the main factors affecting the low yield of late maturing rice varieties, whereas the early maturing varieties were able to avoid the climatic injuries and gave the same high yield as in the first crop, or even more. By comparing two year-crop seasons with different climates, rice produced in 1991

with strong wind had lower head-rice rate and increased percentages of amylose (2.10-2.72%) and crude protein (0.49-1.50%). The eating quality (gel consistency) is less sticky and harder than that of 1990.

Key words：Monsoon, Japonica rice, Maturity, Quality.

前　　言

台灣因地理位置之關係，每年自9月中、下旬起至翌年4月中、下旬，因受亞洲大陸高氣壓的影響，北部均籠罩在强勁東北季風及多陰雨的氣候下，尤以西北部至台南海爲最烈，最高風速可達20 m s^{-1}以上(曾等，1984)。東北季風不但會使水稻發生葉片破損、穀粒變黑、株高受抑制，而且造成水稻成熟期延遲、稔實率降低、每穗粒數及千粒重減低等現象，進而影響水稻的產量及品質(林等，1994；林與張，1995；Maki，1986)。另外，稻米之品質係綜合米粒理化性質而成之一種複合性狀。根據宋(1979)研究，其將稻米品質歸納成碾米品質、米粒外貌、烹調與食用品質等三大類，其中除稻米品種本身特性(如糠層厚薄、穀粒形狀等)外，亦受到外界環境因素的影響，如成熟期之濕度、施肥法、收穫期、收穫方式、乾燥技術及儲藏方式等。堀末(1983)在研究報告中亦指出，稻米之品質性狀雖爲品種特性，但產地成熟期之濕度與日照及栽培管理等環境因子之影響尤爲顯著。因此北部地區之濱海農田，歷年來因受冬季季節風的影響，致廣達四千餘公頃之農地，生產力難以充份發揮而呈現休耕狀態。本試驗的目的即在查明桃園沿海地區惡劣氣象因子對水稻損害之程度，並瞭解東北季風對稻米品質之影響，希望進一步探討影響北部地區第二期作之良質米特性，以尋求可供適於北部沿海地區種植之水稻品種。

材料與方法

本研究以台稉1號、高雄142號兩早熟品種及新竹64號、台中189號兩中晚熟品種等共四個稉稻品種(*Oryza sativa* L.) 爲供試材料，採逢機完全區集設計(RCBD)，六重複，行株距30x15公分，小區面積9平方公尺；於1990年第2期作及1991年第2期作在桃園縣觀音鄉距海岸3公里之坑尾村、6公里之廣福村及9公里之富源村等三處進行本試驗；以攜帶型風杯式風速計測各栽培區內之風速，而溫度計則懸掛於各栽培區中，分別距地面60公分及120公分，取其平均值爲各處理區之氣溫，每隔2-3日分別在上午10點及下午2點測定。全部試驗結果先以SAS套裝軟體(SAS Institute Inc., 1987)進行變方分析，以瞭解各品種在不同地點間農藝性狀及米質的差異；最後合併兩個年度及三個試驗地點，以SAS套裝軟體之相關程序進行綜合變方分析 (Combined analysis of variance)，以瞭解氣候狀況迥異之年度間對產量及米質的影響。

收穫之稻穀的水分調製在14-16%之間，然後進行各項稻米的碾製品質及理化性狀，茲將調查項目簡述如下：

(1)碾米品質(milling quality)之測定：取125公克稻穀樣品，採用Satake testing husker脫殼，以McGill Miller #3去糠，並且用Rice sizing machine 篩選斷裂米，以測定糙米 (brown rice)、白米 (total milled rice)及完整米(head rice)之百分率。

(2)化學特性分析：

1.直鏈澱粉(amylose)含量測定－仿Juliano (1971)之方法，再利用Technicon 自動分析儀(Auto-Analyzer) 測定直鏈澱粉含量。

2.粗蛋白質(crude protein)含量測定－以近紅外線光譜分析儀(Infraanalyzer，Technicon)，測定米粉之粗蛋白質含量。

3.膠體軟硬度(gel consistency) 測定—仿Cagampang et al.(1973)之方法，觀察膠體展流的長度。

4.膠化溫度(gelantinization temperature)測定—採用鹼性可分類試驗 (alkali digestability test) 之鹼性擴散值(alkali spreading value)予以測估。

結果與討論

一、栽培地點年期間主要氣候狀況

根據圖1及圖2之氣象資料顯示，1990年第2期作自8月上旬插秧後，栽培地點之平均氣溫皆高，約爲32.8℃左右，雖氣溫隨月份逐漸降低，但10、11月之平均氣溫仍維持在25℃以上，自11月下旬起氣溫逐漸下降，約爲21.6℃左右，但此時已屆水稻收穫期，因此對水稻的影響並不大；另東北季風雖從9月份開始吹襲，但平均風速只有 1.64 m s^{-1}，到11月份時，風速雖漸增强，但只維持在 2.57 m s^{-1}左右。

1991年第2期作插秧後，三栽培地點之平均氣溫在9月份仍維持高溫(30.9℃)，自10月中旬起氣溫已有明顯下降的趨勢，到10月下旬已降至23.8℃，而11月之平均氣溫只有22.7℃，尤其11月中旬更降至19.4℃。

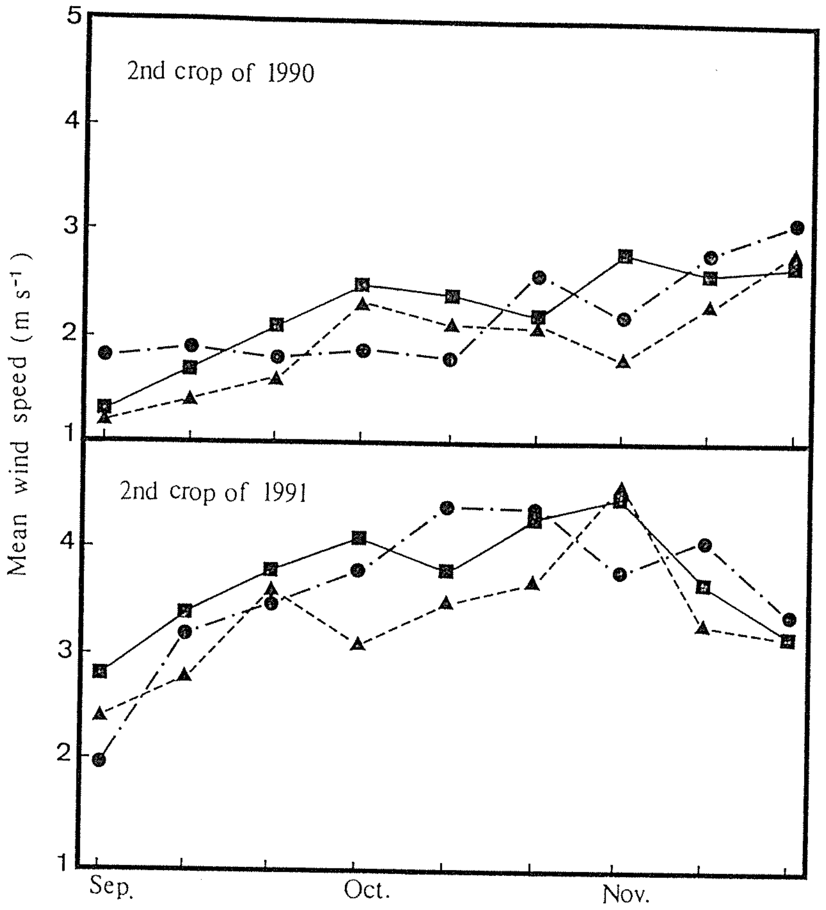

Fig. 1. Mean wind speed distribution at three test locations of various distance from coast. ■, ● and ▲: 3, 6 and 9 km from coast, respectively.

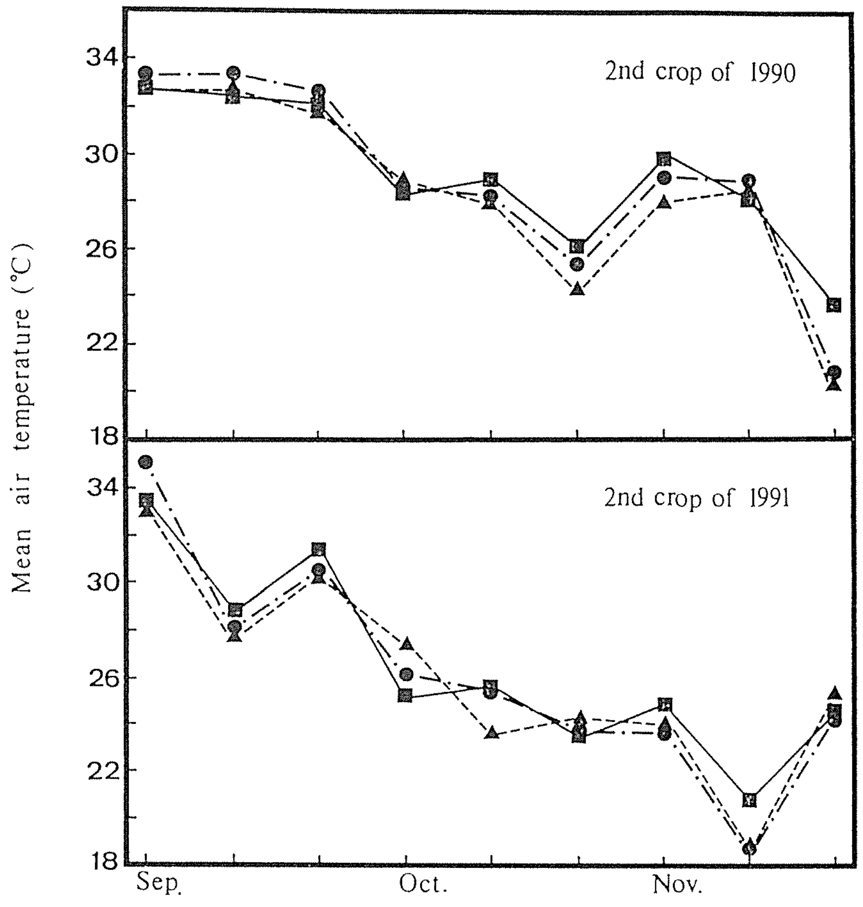

Fig. 2. Mean air temperature distribution at three test locations of various distance from coast. ■, ● and ▲: 3, 6 and 9 km from coast, respectively.

總括來說，1991年之10月份平均氣溫比1990年低2.8℃，11月份低3.6℃；另平均風速自9月中旬起即達3.13 m s^{-1}左右，到10月份時逐漸增強到3.9 m s^{-1}，尤其距海岸三公里之坑尾村及六公里之廣福村的平均風速皆達4.0 m s^{-1}以上，而距海較遠之富源村之平均風速亦達3.43 m s^{-1}，至11月份時三栽培地點之平均風速仍維持在3.2 m s^{-1}以上。因此與1990年第2期作比較時，1991年第2期作之氣候是屬於低溫強風的狀態。

二、季節風對農藝性狀之影響

1.1990年第2期作各品種之農藝性狀

表1顯示1990年第2期作中各品種之株高皆以離海6km之廣福村最高，而千粒重有三品種在距海3km之坑尾村最高，且不同栽培區間呈顯著性差異。一穗粒數除台稉1號外皆以3km處坑尾村最低，而稔實率在各栽培區呈不規則變異。各品種之公頃產量在各三種距離間無顯著差異。綜合變方分析後結果(表2)可看出各品種除分蘗

Table 1. Effects of north-east monsoon on agronomic characteristics and yields of rice grown at 3 locations of Kuangin, Taoyuan in second crops of 1990 and 1991.

Variety	Location	Plant height (cm)		Panicles (hill^{-1})		1000-grain weight (g)		Spikelets (panicle^{-1})		Seed setting (%)		Grain yield (kg ha^{-1})	
		1990	1991	1990	1991	1990	1991	1990	1991	1990	1991	1990	1991
Taikeng 1	KW	95.8a	89.0a	14.2b	16.5b	26.6a	21.6a	78.0a	93.1a	87.1a	87.0a	5736a	6492a
	KF	97.1a	91.8a	16.9a	16.9a	24.5b	23.1a	86.8a	91.8a	82.6b	84.7a	6562a	6743a
	FU	94.5a	91.1a	15.9a	17.6a	26.0ab	21.7a	82.6a	88.8a	82.1b	85.5a	6340a	6493a
	Mean	95.8	90.6	15.7	17.0	25.7	22.1	82.4	91.2	83.9	85.7	6213	6576
	CV(%)	1.36	2.01	3.43	4.00	3.08	5.52	12.57	8.93	2.24	3.27	10.29	11.62
Kaohsiung 142	KW	87.3b	90.2a	17.4a	15.8b	27.9a	21.8a	74.3b	80.8a	87.6a	90.2a	7024a	5635b
	KF	101.4a	93.5a	17.5a	15.9b	25.7ab	22.1a	85.6ab	88.2a	92.0a	88.1ab	7829a	6113ab
	FU	98.1a	93.2a	15.8a	19.0a	24.7b	22.2a	90.7a	82.7a	90.7a	86.3b	7137a	6634a
	Mean	95.6	92.3	16.9	16.9	26.1	22.0	83.5	83.9	90.1	88.2	7330	6127
	CV(%)	2.45	1.64	9.07	6.75	4.73	3.21	7.81	6.21	2.91	1.14	12.18	5.18
Hsinchu 64	KW	93.3a	90.7a	15.3a	18.3a	25.2a	22.7a	81.3b	86.1a	79.5b	71.3a	6835a	5797a
	KF	98.0a	95.4a	15.8a	17.3a	22.9a	23.1a	94.1a	87.7a	79.5b	60.1a	5734a	4716b
	FU	90.1a	93.5a	14.9a	18.4a	25.4a	23.1a	99.9a	77.7a	90.7a	68.9a	6320a	5307a
	Mean	93.8	93.2	15.3	18.0	24.5	22.9	91.7	83.8	83.2	66.8	6296	5273
	CV(%)	5.58	3.98	12.61	5.62	6.17	2.17	7.85	8.14	5.37	9.85	15.13	14.46
Taichung 189	KW	92.5b	92.5a	14.8a	16.8a	25.4a	22.1a	83.6b	87.2a	80.7a	67.5a	5576a	4937a
	KF	100.7a	95.2a	14.3a	15.6a	23.0b	22.4a	97.9a	87.9a	86.1a	45.5b	6185a	3164b
	FU	97.2ab	93.9a	16.1a	17.9a	23.7b	22.0a	85.1b	68.0b	79.7a	62.9a	6101a	3838ab
	Mean	96.8	93.9	15.0	16.8	24.0	22.2	88.9	81.0	82.2	58.6	5954	3980
	CV(%)	2.49	1.63	12.88	6.26	2.17	1.30	6.04	5.33	4.10	13.71	13.58	16.34

KW=Kangwei Village(3 km from coast); KF=Kuanfu Village(6 km from coast);
FU=Fuuan Village (9 km from coast).
Planting dates=August 8th of 1990 and August 5th of 1991.
Harvesting dates=November 15th(early matured)and November 21th(late matured) of 1990. and November 10th(early matured)and November 25th(late matured) of 1991.
Means in the same column followed by the same letter are not significantly different at the 0.05 level of probability.

數外，其餘各性狀在地點間、品種間或兩者交感間多少都呈顯著性，尤其是早熟稻高雄142號的稔實率(90.1%)、千粒重(26.1 g)及分蘗數(16.9支)最好，公頃產量亦最高(7330 kg/ha)，且與其他三品種呈顯著性差異。各栽培區中除千粒重以坑尾村最重及株高以富源村最高外，其餘各性狀在不同栽培區間皆無顯著性差異。

2.1991年第2期作各品種之農藝性狀

1991年第2期作强風低溫的氣候下，各品種之株高及千粒重在三處栽培地點並無顯著差異；兩早熟品種之一穗粒數在三處無顯著差異，而兩中晚熟種皆以9 km之富源村最低；另稔實率方面，台稉1號及新竹64號在三處間無顯著差異，而高雄142號於9km之富源村及台中189號於6km

Table 2. Comparisons of mean plant height(PH), panicles(PN), 1000-grain weight(GW), spikelets (SP), seed setting(SS) and grain yield(Y) within locations and varieties by combined analysis of variance in the second crop of 1990.

Characteristics	Location			Variety			
	KW	KF	FA	TK 1	KS 142	HC 64	TC 189
PH	92. 3b	99. 4a	95. 8b	95. 8ab	95. 6ab	93. 8b	96. 8a
PN	15. 4a	16. 2a	15. 7a	15. 7a	16. 9a	15. 4a	15. 1a
GW	26. 3a	24. 0b	24. 9ab	25. 7a	26. 1a	24. 5b	24. 0b
SP	84. 0a	91. 1a	85. 0a	82. 5b	83. 6b	91. 8a	88. 9ab
SS	83. 8a	85. 0a	85. 8a	83. 9b	90. 1a	83. 3b	82. 2b
Y	6292. 5a	6577. 4a	6474. 5a	6212. 8b	7329. 8a	6296. 3b	5953. 8b

TK 1=Taikeng 1, KS 142=Kaohsiun 142, HC 64=Hsinchu 64, TC 189=Taichung 189.
Means in the same column followed by the same letter are not significantly different at the 0.05 level of probability.

之廣福村均顯著低於其他試區，故離海遠近並無一定的影響趨勢。又兩中晚品種之變異係數(CV值)高於兩早熟品種，表示中晚熟種在稔實率的穩定性比早熟種低(表1)。綜合變方分析後結果(表3)可看出兩早熟品種之稔實率顯著高於兩晚熟種，尤其台中189號只有 58.7%，明顯低於兩早熟品種(台梗 1號爲 85.8%，高雄142號爲88.2%)，以致其公頃產量只有3980kg。雖然新竹64號之千粒重及分蘗數顯著高於其他品種，但因其稔實率只有66.8%故公頃產量也只有5273 kg，顯然比兩早熟品種低(台稉1號爲6576 kg/ha，高雄142號爲 6127 kg/ha)。三地點除千粒重、株高及公頃產量呈不顯著差異外，其餘各性狀因地點之不同而有顯著的差異。

Table 3. Comparisons of mean PH, PN, GW, SP, SS and Y within locations and varieties by combined analysis of variance in the second crop of 1991.

Characteristics	Location			Variety			
	KW	KF	FA	TK 1	KS 142	HC 64	TC 189
PH	90. 5a	94. 0a	92. 9a	90. 6b	92. 3ab	93. 2a	93. 8a
PN	16. 8b	16. 4b	18. 2a	17. 0b	16. 9b	18. 0a	16. 8b
GW	22. 1a	22. 7a	22. 2a	22. 1b	22. 0b	23. 0a	22. 2b
SP	86. 8a	88. 9a	79. 3b	91. 2a	83. 9b	83. 8b	81. 1b
SS	79. 0a	69. 6b	75. 9a	85. 8a	88. 2a	66. 8b	58. 7c
Y	5715. 5a	5183. 8a	5568. 1a	6576. 0a	6127. 4a	5273. 3b	3980. 1c

Means in the same column followed by the same letter are not significantly different at the 0.05 level of probability.

3.兩年期作間綜合分析

兩年兩期作之資料經綜合變方分析，其結果顯示(表4)，不同年度的氣候條件影響水稻之株高、分蘗數、千粒重及稔實率，即氣候條件良好之1990年均有較高之株高、分蘗數、千粒重及稔實率，亦有較高之收量，而低溫强風之1991年則相反。各處除千粒重、分蘗數及公頃產量呈不顯著差異外，其餘各性狀均有顯著差異。兩早熟種除一穗粒數外，其餘各性狀皆比中晚熟種爲優，尤其是在稔實率更爲明顯，其最主要是因早熟品種於10月上旬即抽穗(台稉1號之抽穗期爲10月5日；高雄142號爲10月10日)，可避開强烈季節風及低溫之爲害，但中晚熟品種之抽穗期在10月下旬(新竹64號之抽穗期爲10月20日；台中189號爲10月23日)，正值强烈季節風及低溫盛行期。據 Lin等(1979)及Hsu(1976)指出抽穗前後3天是稔實率的重要決定期，但此時期若遇低溫，將造成空穎或發育不良等現像，因在低溫下授粉與穀粒充實將無法正常進行。坪井(1961)亦指出，正值抽穗時對强風最爲敏感，將會導致授粉不完全或受精後之子房停止發育，產生許多不稔粒。所以由此可解釋新竹 64號及台中189號之稔實率低下的原因。又，台中189號因生育期過長，且在中部所選育，似較不抗惡劣之氣候，因此其稔實率、千粒重及分蘗數明顯低於其他品種，導致其產量亦最低。雖然新竹64號之稔實率只有75.0%，比早熟種低，但因其由北部所育成，故其千粒重及分蘗數皆比台中189號好，故其產量雖比早熟種低，但仍高於台中189號。

1990年各品種產量(除台梗 1號外)比1991年高的另一原因是千粒重。因抽穗後21天內爲穀粒的主要充實期間，此期間之高溫可促進充實速率，縮短有效充實期，低溫則反之(鈴木與中村，1978)；又因穀粒充實期間之有效充實日數與充實速率爲決定充實良否的主要生理特性，而充實速率又比充實期重要(Jones et al ，1979)。同時江幡與石川(1989)亦指出，正當抽穗時若遇强風 4 m s^{-1} 以上吹襲 1小時，百粒重即有下降趨勢，抽穗後21日內如遇强風時，會產生許多不良米而影響完整米率。據Chang(1989)在台灣中部沿海地區之試驗研究指出，早熟種如在10月底前能成熟，則無論什麼品種均不受種植期之影響，產量都相當穩定；但在11月以後才成熟者，則

Table 4. Comparisons of mean PH, PN, GW, SP, SS and Y between years, among locations and varieties by combined analysis of variance.

Characteristics	Year		Location			Variety			
	1990	1991	K.W	K.F	F.A	TK 1	KH 142	HC 64	TC 189
PH	95. 5a	92. 5b	91. 4c	96. 6a	93. 9b	93. 2b	93. 9ab	93. 5b	95. 3a
PN	17. 2a	15. 7b	16. 1a	16. 3a	16. 9a	16. 3ab	16. 9a	16. 7a	15. 9b
GW	86. 9a	85. 0a	85. 4ab	90. 0a	82. 1b	86. 8a	83. 7a	87. 8a	85. 5a
SP	25. 0a	22. 3b	24. 2a	23. 3a	23. 5a	23. 9a	24. 0a	23. 7a	23. 1b
SS	84. 8a	74. 8b	81. 4a	77. 3b	80. 8a	84. 8b	89. 1a	75. 0c	70. 4d
Y	6448. 1a	5489. 1b	6004. 0a	5880. 6a	6021. 3a	6392. 7a	6728. 6a	5784. 7b	4966. 9c

Means in the same column followed by the same letter are not significantly different at the 0.05 level of probability.

晚一天成熟，會減產1%，其影響爲葉身之擦傷及稔實率與千粒重之減輕。是以本試驗之1991年各水稻品種於抽穗後遇低溫，使得充實期延長，千粒重下降，尤其是台中189號於11月25日才能收穫(台稉1號爲11月7日；高雄142號爲11月10日；新竹64號爲11月17日)，嚴重影響充實速率，以致千粒重下降。

由以上結果可看出，無論距海較近之3km或較遠之9km，水稻之生育及產量皆受東北季風及低溫的影響。中晚熟品種之台中189號在1991年第2期之強風及低溫下，其產量比氣候條件較佳之1990年同期作減產33.2%；因新竹64號是在北部所育成，是以其產量只減低16.2%；而早熟品種之高雄142號雖然產量亦下降(16.4 %)，但仍有六噸以上之產量；台稉1號比高雄142號早5天抽穗，較不受強風影響，其公頃產量平均6576 kg，反而增產5.8%，顯示未受氣候之影響。因此北部地區第二期作爲求產量之穩定及高產，種植早熟稻是一良好之選擇。

三、季節風對米質之影響

1.栽培地點與碾米品質之關係

表5顯示1990年第2期作中兩早熟品種之糙米率在不同栽培區中並無顯著性差異，白米率則有隨著距海岸越遠而提高的趨勢，尤其是台稉1號呈顯著性差異，而完整米率卻以距海岸六公里之廣福村最低；另兩中晚熟品種無論在糙米率、白米率及完整米率方面皆以距海較遠之富源村較高，尤其是台中189號在不同試區中皆呈顯著性的差異。1991年第2期作之台稉1號只有在完整米率上呈顯著差異，且以距海岸九公里之富源村最高；高雄142號在白米率及完整米率皆因試區不同而有差異；另兩中晚熟品種無論在糙米率、白米率及完整米率在不同試區中皆無顯著性差異。若考慮四個稉稻品種糙米率、白米率及完整米率之差異顯著性狀之CV值可發現，東北季風盛行之1991年第2期作各品種因試區不同之變異較東北季風較弱之1990年第2期作大，尤其是1991年第2期作之台中189號之完整米率的變異性比其他品種大。據McCall *et al.* (1953)指出環境(即稻米之生長區域)及不同的稻米品種兩者均對於碾米品質會造成影響；又郭等(1985)亦提出期作及區域環境均會影響稻米之碾米品質，與本試驗相吻合。若比較四品種之完整米率時，可發現中晚熟品種的比率有較高的趨勢。據郭等(1985)指出高溫能增加米粒白堊質(chalky)。已知米粒白堊質部，係由於米粒該部份之澱粉顆粒累積未密實而充滿空氣所致，且易於碾白時碎裂。是以在東北季風下，雖會延長中晚熟稻之成熟期，但亦延長其穀粒之充時期間，且在低溫下(最低臨界溫度內)穀粒之充實速度亦降低，以致米粒之澱粉顆粒累積較緻密，使之更具碾白抵抗力而不易碎裂，提高其完整米率。

2.栽培地點與膠化溫度之關係

膠化溫度是澱粉之一種物理特性，乃在熱水中的澱粉顆粒開始成不可逆之膨脹，並失去其曲折性(birefringence)及結晶構形(crystallinity)之臨界溫度。膠化溫度直接影響到煮飯時米粒之吸水率(water uptake)、膨脹容積(expand volume)及米粒伸長(kernel elongation)(Tomar and Nanda，1984)。高膠化溫度(75-79℃；鹼性擴散值爲6及7級)之白米適用於罐製食品或點心加工類，而一般白米飯則以中(70-74℃；鹼性擴散值爲3及4級)至低膠化溫度(55-69℃；鹼性擴散值爲1及2級)爲宜。目前最簡易測試米粒之膠化溫度，通常以鹼性擴散值來推定，當米粒受到鹼性侵蝕而膨脹溶解之程度顯出，數字愈大，代表膠化溫度愈低。本試驗之4個參試品種的鹼性擴散皆屬第7級，意即低於70℃之低膠化溫度(L)，因此各品種間及不同試區間並無顯著性差異(表6)。

Table 5. The milling quality of four rice varieties grown at 3 locations.

Variety	Location	Milling quality					
		Brown rice(%)		Total milled rice(%)		Head rice(%)	
		1990	1991	1990	1991	1990	1991
Taikeng 1	KW	83.52a	83.46a	74.97b	74.43a	70.06ab	66.81ab
	KF	83.26a	83.42a	74.46ab	74.49a	67.24b	64.54b
	FU	83.59a	83.25a	75.72a	74.78a	71.35a	69.67a
	Mean	83.46	83.38	75.05	74.56	69.55	67.01
	CV(%)	0.51	0.53	0.86	1.14	3.65	4.40
Kaohsiung 142	KW	83.58a	83.78a	75.18a	74.92ab	73.32a	63.28b
	KF	83.38a	83.61a	75.01a	75.52a	69.38b	65.25ab
	FU	83.42a	83.33a	75.41a	74.20b	70.98b	66.80a
	Mean	83.46	83.57	75.20	74.88	71.23	65.11
	CV(%)	0.38	0.46	0.68	0.86	2.07	4.10
Hsinchu 64	KW	82.94b	84.20a	74.79a	75.25a	70.56a	70.14a
	KF	82.98b	84.24a	74.70a	75.32a	69.91a	69.42a
	FU	83.45a	83.93a	75.00a	75.17a	70.65a	70.92a
	Mean	83.12	84.12	74.83	75.24	70.37	70.16
	CV(%)	0.29	0.52	0.45	1.08	1.56	3.00
Taichung 189	KW	82.45b	83.81a	74.12b	74.45a	71.64ab	64.86a
	KF	83.17a	84.06a	74.60a	75.14a	71.04b	70.64a
	FU	83.08a	83.57a	74.56a	74.50a	72.41a	70.69a
	Mean	82.90	83.81	74.42	74.70	71.70	68.73
	CV(%)	0.31	0.55	0.29	0.84	1.10	8.09

1: K.W=Kangwei Village(3 km from coast); K.F=Kuanfu Village(6 km from coast); F.A=Fuuan Village (9 km from coast).

2: Planting dates=August 8th of 1990 and August 5th of 1991.
Harvesting dates=November 15th(early matured)and November 21th(late matured) of 1990.
Harvesting dates=November 10th(early matured)and November 25th(late matured) of 1991.

3: The same litters in a column mean insignificant difference at 0.05 level by LSD.

3.栽培地點與直鏈澱粉含量之關係

米粒之澱粉含量長久以來向被認爲是影響米飯之風味品評等第(taste pannel scores)之最主要因素(Juliano *et al*，1964 a；Onate *et al*，1964)。依據許與宋(1988)指出，若僅就食味總分而言，其與直鏈澱粉含量呈極顯著之負相關，意即直鏈澱粉含量高者之食味較不佳。由表6顯示1990

年第2期作中，四個稉稻品種之直鏈澱粉含量在三個不同試區中皆以最近海岸處之坑尾村最低，且呈顯著性差異；1991年第2期作只有高雄142號及新竹64號之直鏈澱粉含量在廣福村中最低，且與其他試區有顯著的差異，而台稉1號及台中189號之直鏈澱粉含量不因試區不同而有顯著差異。若比較氣候狀況截然不同的兩期作間各水稻品種之直鏈澱粉含量，可發現氣候較惡劣之1991年第2期作高於氣候良好之1990年第2期作，平均約高出2.10-2.72%左右，而且兩期作皆以台中189號爲最高(1990年爲20.76%；1991年爲22.86%)；雖然新竹64號及台中189號皆爲中晚熟品種，但因新竹64號在北部選育，較能適應北部環境，而台中189號在中部選育，故對生育後期之强風低溫較無法適應，以致其成熟日數比新竹64號晚6天左右，據此可推測台中189號之之直鏈澱粉及變異係數(CV值)比新竹64號高的原因，與過去有許多學者(郭等，1985；Chamura *et al*，1979；Rosario *et al*，1968)證實穀粒成熟期間之溫度能影響米粒之直鏈澱粉含量，且低溫可導致米粒有較高之直鏈澱粉含量相印證。

4.栽培地點與粗蛋白質含量之關係

蛋白質含量雖與烹調品質有關，但常被視爲營養品質(nutritional quality)的性狀。蛋白質含量高低除了會影響營養品質外，並與米飯烹調所需時間、用水量多寡及米飯呈色等有關。

由表6可看出，1990年第2期作各參試品種之粗蛋白質含量在不同試區中的變化趨勢呈富源村＞廣福村＞坑尾村，且除了高雄142號外，其餘三品種在不同試區中皆呈顯著性差異；1991年第2期作之台稉1號及台中189號的粗蛋白質含量在不同試區中並無顯著差異，而高雄142號及新竹64號的粗蛋白質含量卻以廣福村爲最高。另比較兩期作之差異時，可發現1991年第2期作之稻米粗蛋白質含量皆高於1990年第2期作，平均約高出0.49-1.50%左右。Juliano *et al.*(1964b)曾指出，相同品種及栽培條件下，因不同的栽培季節會產生不同的米粒蛋白質含量；而且有許多學者指出，早熟稻品種之米粒有蛋白質含量較高之傾向(郭與謝，1978；Kido and Yanatori，1965；Webb *et al*，1968)。又據Ishizuka and Tanaka(1969)指出在同一栽培條件下，不論品種成熟性之早晚，稻株莖葉中之氮含量均隨生長日數之增加而相對遞減，又莖葉中之氮素對米粒之蛋白質含量有正面效應。由此可說明抽穗期與米粒蛋白質含量呈負相關關係。因此以上之結果只與本試驗之1990年第2期作相吻合，但是與東北季風盛行之1991年第2期作之結果相反，意即中晚熟品種之粗蛋白質含量較早熟品種高，而不良環境對粗蛋白質含量之影響機制仍不清楚。

5.栽培地點與膠體軟硬度之關係

在直鏈澱粉含量相同之不同水稻品種中，食用品質(eat quality)仍有差異存在。Cagampang *et al.*(1973)發現其差異主要受膠體軟硬度的影響，因此認爲可做爲篩選特定食用品質之另一種指標。膠體軟硬度主要根據米粉膠體在一定時間內展流的長度來決定。一般而言，硬度低者之膠體展流長度較長，而硬度高者的膠體展流長度較短。

在1990年第2期作中，台稉1號及台中189號之膠體展流長度以富源村最低，且呈顯著性差異，而高雄142號及新竹64號在不同試區中則無顯著差異；在1991年第2期作亦有相同趨勢。比較兩期作間差異時，可發現80年中各參試品種之膠體展流長度皆比79年短14.79-28.55mm，意即在不良的環境下生長之稻米的入口品質呈粘性低且較硬的趨勢。

6.綜合分析

將不同年度之兩期作做一綜合變方分析，結果列於表7。由表中可看出，不同年度的氣候狀況影響稻米之完整米率、直鏈澱粉含量、粗蛋白質含量及膠體展延性，且呈極顯著性差異，即氣候狀況良好之1990年有較高的完整米率、直鏈澱粉含量及粗蛋白質含量較低，且膠體展延性較長，而氣候不佳之1991年則與1990年相反；不同地點間亦有相同的趨勢，除粗蛋白質含量外，完整米率及直鏈澱粉含量皆以離海岸最遠之富源村最高，而膠體展延性則相反，且試區間呈顯著性差異；品種間除粗蛋白質含量呈不規則變化外，其餘各性狀均呈極顯著差異，而且中晚熟品種之完整米率及直鏈澱粉含量有較高的趨勢，尤其是台中189號，但膠體展延性則以早熟品種較長，尤其是台稉1號。

Table 6. The physico-chemical properties of four rice varieties grown at 3 locations.

Variety	Location	Physico-chemical properties							
		Alkali spreading value		Amylose content(%)		Crude protein content(%)		Gel consistency (mm)	
		1990	1991	1990	1991	1990	1991	1990	1991
Taikeng 1	KW	7(L)	7(L)	18. 80b	22. 26a	8. 14b	8. 89a	99. 3a	87. 0a
	KF	7(L)	7(L)	19. 56a	21. 61a	8. 55ab	9. 19a	94. 3a	74. 8b
	FA	7(L)	7(L)	19. 70a	22. 33a	8. 90a	8. 98a	84. 3b	71. 8b
	Mean			19. 35	22. 07	8. 53	9. 02	92. 6	77. 8
	CV(%)			2. 52	4. 14	4. 52	4. 81	6. 02	8. 62
Kaohsiung 142	KW	7(L)	7(L)	19. 05b	22. 13ab	8. 18a	8. 79ab	92. 5a	71. 1a
	KF	7(L)	7(L)	20. 78a	21. 58b	8. 25a	9. 28a	90. 8a	70. 1a
	FA	7(L)	7(L)	20. 33a	22. 80a	8. 43a	8. 49b	93. 6a	80. 8a
	Mean			20. 05	22. 17	8. 29	8. 85	92. 3	74. 0
	CV(%)			2. 97	3. 12	4. 57	4. 86	5. 79	15. 38
Hsinchu 64	KW	7(L)	7(L)	19. 05b	22. 89a	7. 85b	9. 11b	91. 8a	66. 3a
	KF	7(L)	7(L)	20. 25a	21. 25b	7. 87b	9. 85a	87. 8a	75. 6a
	FA	7(L)	7(L)	20. 53a	22. 61a	8. 60a	9. 39ab	88. 0a	63. 6a
	Mean			19. 94	22. 25	8. 11	9. 45	89. 2	68. 5
	CV(%)			2. 85	3. 31	2. 57	5. 71	4. 15	14. 84
Taichung 189	KW	7(L)	7(L)	20. 18b	22. 33a	7. 52c	9. 51a	95. 5a	76. 3a
	KF	7(L)	7(L)	21. 10a	22. 88a	7. 84b	9. 24a	89. 8b	47. 0b
	FA	7(L)	7(L)	21. 01a	23. 38a	8. 37a	9. 47a	87. 8b	64. 1ab
	Mean			20. 76	22. 86	7. 91	9. 41	91. 1	62. 5
	CV(%)			5. 56	4. 52	2. 38	8. 31	4. 56	8. 09

L=Low gelatinization temperature.

The same litters in a column mean insignificant difference at 0.05 level by LSD.

Table 7. Comparisons of mean head rice rate(HR), amylose(AM), crude protein(PR) and gel consistency (GL) between years, among locations and varieties.

Property	Year		Location			Variety			
	1990	1991	K.W	K.F	F.A	TK 1	KS 142	HC 64	TC 189
HR	70.70a	67.75b	68.82b	68.43b	70.43a	68.27b	68.15b	70.27a	70.21a
AM	20.03b	22.34a	20.84b	21.12b	21.59a	20.71c	21.11b	21.10b	21.81a
PR	8.21b	9.18a	8.50a	8.76a	8.83a	8.77a	8.57b	8.78a	8.66ab
GL	91.31a	70.75b	85.00a	79.29ab	78.81b	85.27a	83.19a	78.88b	76.77b

TK 1=Taikeng 1, KS 142=Kaohsiun 142, HC 64=Hsinchu 64, TC 189=Taichung 189.
The same litters in a column mean insignificant difference at 0.05 level by LSD.

誌　謝

本試驗之米質分析承台中區農業改良場米質研究室協助，謹此致謝。本研究承農委會(80農建-9.1-林-25)補助，特以感謝。

引用文獻

江幡守衛、石川雅士 1989 イネの稔實，登熟および粒質形成におよぼす風.雨の影響。日作紀 58(4)：555-561。

宋勳 1979 稻米品質劃分之可行性。台灣省台中區農業改良場農業彙報 新 2: 26-31。

坪井八十二 1961 水稻の暴風被害に關する生態的研究—作物の風害に關する研究(1)。農技研報 A8：1-156。

林孟輝、陳素娥、張學琨、林文龍 1994 東北季風對水稻生育之影響及防風林 之防護效果。中華農業氣象 1(3): 107-114。

郭益全、劉清、卜瑞雄、鍾德月 1985 栽培地點與稻米品質性狀之表現。中華 農業研究 34(2): 135-144。

郭益全、謝順景 1978 高蛋白水稻之育種研究。2.梗稻早晚熟品系間雜交後代 之米粒蛋白質含量、抽穗期及其他性狀之遺傳。中華農業研究 27：199-212。

許愛娜、宋勳 1988 稻米物理化學性質與食味間相關關係之探討(第一報)。台灣省台中區農業改良場研究彙報 18：31-39。

堀末登 1983 稻米之米質改良、檢定、分級及運銷。台灣農業 19：24-40。

曾文炳、朱鈞、郭文礫、楊之遠 1984 台灣地區農業氣候資源應用之研究。中 央氣象局出版 pp.69-109。

鈴木守、中村公則 1978 暖地水稻の收量成立過程にわける氣象要因の影響に關する二.三の解析。日作紀 46(4)：529-535。

Cagampang, G. B., C. M. Perez and B. O. Juliano.1973. A gel consistence test for eating quality of rice. J. Sci. Foot Agri. 24:1589-1594.

Chamura, S., H. Kaneco and Y. Salto. 1979. Effect of temperature at ripening period on the eating quality- Effect of temperature maintained in constant level during the entire ripening period. Japan J. Crop Sci. 48:475-482.

Chang, S. K. 1989. The cause of low yield of the second crop rice in relation to the measures of increasing its productivity in central Taiwan. Spe. Pub. No.9. p201.

Taichung DAIS.

Hsu, T. H. 1976. Studies on the causes of low yield in second crop of rice in northern part of Taiwan-Influences of low temperature on the growth of rice plant with special references to the reproductive stage. Natl. Sci. Counc. Monthly, ROC 4: 2907-2919.

Ishizuka, Y. and A. Tanaka. 1969. Nutriophysiology of the Rice. Plant. Tokyo: Yokendo. Rev. ed. 364pp.

Jones, D. B., M. L. Peterson and S. Geng. 1979. Association between grain filling rate and duration and yield components in rice. Crop Sci.19:641-644.

Juliano, B. O. 1971. The chemical basis of rice grain quality. In:Proceedings of the workshop on chemical aspects of rice grain quality. pp.69-90. IRRI, Los Banos, Philippines.

Juliano, B. O., G. B. Cagampang, L. J. Crus and R. G. Santiago. 1964a. Some physiochemical properties of rice in Southeast Asia. Cereal Chem. 41:275-283.

Juliano, B. O., E. L. Albano and G. B. Cagampang. 1964b. Variability in protein content, amylose content and alkali digestibility of rice varieties in Asia. Philippine Agri. 48:234-241.

Kido, M. and S. Yanatori. 1965. Histochemical studies of protein accumulating process in rice grain. Proc. Crop Sci. Soc. Japan 34:204-290.

Lin, A. C., K. L. Lai and L. F. Lee. 1979. Studies on the causes of low yield in the second crop plant. Ⅳ. Comparison of the characteristics of heading and ripening process between the first and second crop of rice plant. J. Agric. Assoc. China 107:17-24.

Maki, T. 1986. Functions and effect of windbreak facilities(1). Agric. and Hort. 61: 307-312.

McCall, E. R., J. F. Jurgens, C. L. Hoffpauir, W. A. Pons, S. M. Stark, A. F. Cucullu, D. C. Heinzelman, V. O. Cirion and M. D. Murray. 1953. Composition of rice. Influence of variety and environment on physical and chemical composition. J. Agric. Food Chem.1:988-993.

Onate, L. U., A. M. del Mundo and B. O. Juliano. 1964. Relationship between protein content and eating quality of milled rice. Philippines Agri. 48: 441-444.

Rosario, A. R., V. P. Briones, A. J. Vidal and B. O. Juliano. 1968. Composition and endosperm viewed with a scanning electron microscope Proc. Crop Sci. Soc. Japan 44:205-214.

SAS Institute Inc. 1987. SAS/STAT Guide for Personal Computer, Version 6 Ed. Cary, NC.

Tomar, J. B. and J. S. Nanda. 1984. Genetics of gelatinization temperature and its association with protein content in rice. Z. Pflanzenuchtg 92:84-87.

Webb, B. D., C. N. Bollich, C. R. Adair and T. H. Johnston. 1968. Characteristic of rice varieties in the USDA Collection. Crop Sci. 8: 361-365.